

大気拡散度の鉛直分布の推定

(正員) 高松武一郎[○] 内藤正明

(学生員) 池田有光

§1. はじめに

大気汚染物質の拡散を論ずる場合、混合拡散度の鉛直方向分布及びその時間的变化を知ることは必要である。しかしこれまでそれに関する研究成果は少なく〔1〕ほとんどの場合単一代表値か単純な中乗則を仮定している〔2〕にすぎない。実際には気温の鉛直分布の日変化と、それに加えて、風速が混合拡散度に複雑なパターンを与えると想像される。この研究の目的は大気拡散度を高度と時間の関数として推定する手法を見出すことにある。そのためにここでは東京タワーでの気温と、風速分布の実測データを十分に利用した。

§2 大気拡散度の推定式

風や気温など多くの気象因子の総合効果として惹起される大気の乱れの強さを算定するのに次のような半実験式が提出されている〔3, 4, 5〕。

$$D_z = \alpha Z^2 \left(\frac{du}{dz} \right) \psi(Ri) \quad (1)$$

ここに D_z = 大気拡散度, Z = 地表からの高さ, α = 比例係数, Ri = Richardson 数

du/dz = 鉛直方向の風速勾配, ψ = Richardson 数の或る関数

関数 ψ は Richardson 数によって規定される大気の安定状態が乱れに及ぼす影響を考慮したものである。これについては研究者によって幾分異なる式が与えられているが、高松らは次の経験式を提示している。

$$\psi(Ri) = a + be^{-CRi} \quad (2)$$

ここで係数は東京タワーにおける温度と風速の実測値から次のように与えている。

$$a = 0.00471, \quad b = 0.00977, \quad C = 0.482$$

もし、温度と風の鉛直分布が分れば、(1), (2) 式より拡散係数 D_z が高さ Z の関数として推定しうる。そこで温度の鉛直分布の日変化と風速分布を実測データに基づき簡単な関数で近似することを試みた。

§3 気温日変化及び風速分布の関数近似

昭和49年1月から2月にかけての東京タワーにおける温度測定データを検討したところ、次のような点を見出した。気温の日変化は大きく2つのパターンに分けられ、一つは典型的な日周期の変化、もう一つは単調に数日間上昇又は低下する型であり、しかも各高さにおける変化がかなり規則的であるという事実である。ここでは先づ放射逆転の成因である前者のパターンを簡単な関数型で近似することを試みた。

$$\theta(Z, \tau) = M(Z) \{N(Z) - \tau\} \sin \pi \tau \quad (3)$$

ここに、 θ, Z, τ はそれぞれ無次元化した温度、高さ、時間である。

$M(Z), N(Z)$ を高さの関数として適当に与えることにより (3) 式があらわす高さでの気温の時間変化を近似しようと考えた。2月1日の実測データ（図-1）より M, N の関数型を求め

ると $M(z), N(z) = a + b \exp(-cz^d)$ (4)

が適当であることを見出した。ここで諸係数値は下に示す通りである。

実測の温度変化と(3),(4)式による近似の様子を図-2に示す。微小変動に対する差を除けば全体としてよく一致していると言えよう。

	M		N	
	昼間	夜間	昼間	夜間
a	0.50	0.50	0.0	1.24
b	5.70	6.20	0.50	6.20
c	2.43	2.65	0.53	2.65
d	2.30	1.65	2.20	1.65

一方風速分布については中集則を仮定する。

$$u(z) = u_1(z/z_1)^{\beta} \quad (5)$$

パラメータ β は大気安定状態、即ち温度勾配 dT/dz に影響される。

この関係は、我々も新たに同じ東京タワーデータより

$$\beta = 0.70 - 0.52 \exp\{(-1.23(20 \frac{dT}{dz} + 1))^6\} \quad (6)$$

を得た。[6]

以上(3),(4),(5),(6)式より局所的なRichardson数 Ri

$$Ri = \frac{g(zT/dz + \Gamma)}{(T + 273.4)(du/dz)^2} \quad (7)$$

が高さの関数として算出され、(2)式より $\psi(Ri)$ が求まる。よって(1)式から最終的に Dz が高さ及び時間の関数として計算される。

§4 計算結果とその検討

計算結果を図-3に示す。これから低層大気の拡散度は高さの関数として興味ある変化をする。特に夜半から午前中にかけての逆転層形成による拡散度の低下とそれに続いて起る正午から2時頃にかけての逆転消滅時期での強い拡散度の発生がみられ直感的推測と一致する。このことは排出源近く(高度50~100m)の拡散度の時間変化と地表実測 S 成分濃度の関係を示した図-4からも裏付けられよう。

参考文献

1. Wong E. Y. J. and Brundage K. C.: J. Atmos. Sci., 23, PP167~178 Mar. (1966)
2. Yizdanov D. Atmos. Environ., 2 PP147~150 (1968)
3. Kazansky A. B and Monin A. S. Izvest. Acad. Nauk, SSSR Ser. Geophys. No. 1 (1956)
4. Yamamoto G. J. Meteor. Soc. JAPAN 37 PP60~70 (1959)
5. Takematsu et al. 4th Cong. IFAC Warszawa June (1969)
6. Takematsu et al. A paper submitted for publication of Atmos. Environ.

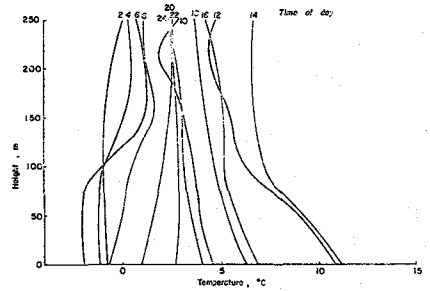


Fig. 1 Temperature profile (Feb. 1, 1968 at the Tokyo Tower.)

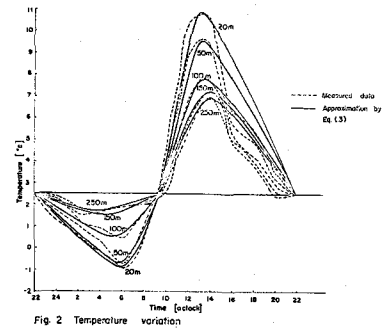


Fig. 2 Temperature variation

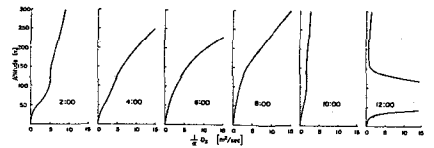


Fig. 3 Change of atmospheric diffusivity profile during a day.

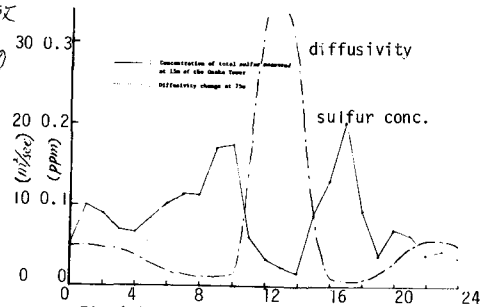


Fig. 4 Change of concentration and diffusivity with time